

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 14 MAY 2003	
WIPO	PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 102 42 410.1

**Anmeldetag:** 12. September 2002

**Anmelder/Inhaber:** ROBERT BOSCH GMBH, Stuttgart/DE

**Bezeichnung:** Vorrichtung und Verfahren zum Aufbringen eines  
fluiden Mediums auf ein Substrat

**IPC:** B 05 C 1/02

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 16. April 2003  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
Der Präsident  
im Auftrag

Agurke

23.07.02 Kut/As

5 ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

Vorrichtung und Verfahren zum Aufbringen eines fluiden Mediums auf ein Substrat

10 Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Aufbringen eines fluiden Mediums auf ein Substrat nach der Gattung der unabhängigen Ansprüche.

Stand der Technik

15 Bei der Mikrodosierung von Flüssigkeiten wie Klebstoffen, Schlickern oder Pasten mit Hilfe einer Kapillare bzw. einer Nadel führen Unebenheiten auf dem zu dispensenden Substrat zu erheblichen Schwierigkeiten. So verlangt eine reproduzierbare Produktion von gleichmäßig großen Flüssigkeitspunkten auf einem Substrat einen immer gleichen  
20 Abstand zwischen Kapillare und Substrat beim Übergriff des aus der Kapillare austretenden bzw. an deren Ende hängenden Flüssigkeitstropfens auf das Substrat. Ist der kapillare Abstand zu groß, findet überhaupt kein Übergriff der Flüssigkeit auf dem Substrat statt, während bei einem zu kleinen Abstand der Kapillare zum Substrat der Substratoberfläche kein reproduzierbares Flüssigkeitsvolumen übergeben wird. Zudem besteht in diesem Fall  
25 die Gefahr einer Verschmutzung der Kapillare, insbesondere im Bereich von deren äußeren Seitenwänden.

Insgesamt wird bisher versucht, zu genauen und prozesssicheren Dosierung den Abstand der Kapillare zum Substrat zu messen, um einen stets gleichen Abstand und damit einen  
30 stets gleichen Übergriff des Flüssigkeitstropfens von der Kapillare auf das Substrat sicherstellen zu können. Dabei unterscheidet man generell kapillare Abstandsmessverfahren, die „online“ am Prozessort oder die „offline“ fernab vom Prozessort messen.

35 Ein Beispiel für ein „offline“ messendes Verfahren ist die Weißlichtinterferometrie. Dieses Messverfahren impliziert jedoch einen großen Messaufbau, so dass es nur neben der

eingesetzten Dispensnadel bzw. Kapillare angeordnet werden kann. Insofern eignet es sich nur, den Abstand einer Marke oder eines Sensors zum Substrat zu messen, nicht jedoch direkt den Abstand zwischen Kapillare und Substrat oder den Zeitpunkt des Übergriffes eines Flüssigkeitstropfens auf das Substrat. Somit muss der Messwert am Ort neben der Kapillare verwendet und ein Sensor zum Dispensort bewegt werden, wo der Dispensvorgang später stattfinden soll. Beide Vorgehensweisen sind fehlerbehaftet.

Ein Beispiel für eine „online“-Messung am Prozessort ist eine Messung, bei der ein Abstandsfüßchen eingesetzt wird, das taktil auf das Substrat aufstößt und somit einen definierten Abstand von Kapillare zum Substrat sicherstellt. Ein derartiges Füßchen kann jedoch nur bei unempfindlichen Substraten verwendet werden. Zudem handelt es sich dabei um ein berührendes Messverfahren, das einem gewissen Verschleiß unterliegt.

Ein weiteres Verfahren zur „online“-Messung am Prozessort ist das Lasertriangulationsverfahren. In diesem Fall wird zwar genau am Dispensort gemessen, jedoch nicht der Abstand zwischen dem Substrat und der Kapillare sondern der Abstand zwischen dem Substrat und einem Lasertriangulationssensor. Insofern ist auch dieses Verfahren ein indirektes Verfahren mit den erläuterten Quellen für Messfehler.

Aus EP 214 100 A1 ist ein Nadelabstandsmessverfahren bekannt, bei dem ein Luftstrahl mit konstantem Druck gegen einen Gegenstand gerichtet ist und aus einem axial beweglichen Düsenkörper austritt, der so der Oberfläche des Gegenstandes nachgeführt wird, dass die Rückstoßkraft des Luftstroms auf den Düsenkörper und damit der Abstand zwischen Gegenstand und Düsenkörper konstant ist. Das Messen des Verschiebeweges ermöglicht dann die Messung des Abstandes. In DE 198 398 30 A1 wird ein Verfahren zur hochpräzisen optischen Distanzmessung nach dem Prinzip der optischen Triangulation beschrieben. Aus DE 197 323 76 C1 ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Abstandsmessung nach dem Lasertriangulationsprinzip bekannt. In US 5,507,872 wird ein taktiler Taster eingesetzt, wobei eine Messung eines Tropfenübergriffes durch Auslenkung eines Kontaktsensors im Dispenser erfolgt. In DE 197 48 317 C1 wird schließlich ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Erfassen des Berührereignisses eines fluiden Mediums an einer Oberfläche mit Hilfe von Ultraschall erläutert. Dabei wird ein Ultraschalfeld in das zu dispensende Medium eingeleitet und eine bei Berührung des Fluides mit dem Substrat sich ergebende Änderung im Reflexionsverhalten detektiert.

### Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Vorrichtung zum Aufbringen eines fluiden Mediums auf ein Substrat hat gegenüber dem Stand der Technik den Vorteil, dass es bzw. sie auch für empfindliche Substrate gut geeignet ist. Weiter sind gegenüber dem Stand der Technik deutlich verbesserte Genauigkeiten durch das Messen zur Prozesszeit, d. h. beim Dispensieren, und das Messen am Dispensort, d. h. die unmittelbare Erfassung des Zeitpunktes des Übergriffes des Tropfens auf das Substrat am Ort des Übergriffes, erreichbar.

Daneben ist vorteilhaft, dass die Erfassung des Überbegriffes des Tropfens von der Kapillare oder der Nadel auf das Substrat sehr schnell erfolgen kann, so dass sich die erfindungsgemäße Vorrichtung bzw. das erfindungsgemäße Verfahren besonders zur online-Prozesskontrolle in der Serienfertigung eignet.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den in den Unteransprüchen genannten Maßnahmen.

So ist vorteilhaft, dass zur Realisierung der Bildaufnahmeeinrichtung und der Bildverarbeitungseinrichtung auf etablierte Einzelkomponenten bzw. Bildverarbeitungssysteme zurückgegriffen werden kann, die ohne größeren Aufwand auf die Anforderung des Einzelfalles adaptiert werden können. Weiter kann auch auf bestehende Bildverarbeitungssoftware zurückgegriffen werden, die in der Bildverarbeitungseinrichtung und den dort vorgesehenen Computer integriert ist.

Vorteilhaft ist darüber hinaus, dass mit Hilfe von zwei Kameras, die einerseits den Tropfen unmittelbar vor dem Überbegriff und andererseits den Tropfen bei dem Übergriff unter bezogen auf das Substrat unterschiedlichen Winkeln erfassen, auch im Fall eines vergleichsweise großen Substrates, auf dem sich in einer Umgebung des Ortes des Übergriffes des Tropfens auf das Substrat weitere Bauteile befinden, eine zuverlässige Erfassung des Übergriffes des Tropfens auf das Substrat möglich ist.

Weiter ist vorteilhaft, dass zur Realisierung der Bildaufnahmeeinrichtung einer Vielzahl von Möglichkeiten bereitstehen, die an die Erfordernisse des Einzelfalles angepasst werden können. So kann die Bildaufnahme mit Hilfe einer einzigen Kamera, einer Mehrzahl

von Kameras oder einer Kamera mit einer zugeordneten drehbaren Spiegelanordnung erfolgen, wobei im letzteren Fall die drehbare Spiegelanordnung insbesondere dazu dient, den Tropfen zu verschiedenen Zeiten bzw. Verfahrensstadien unter bezogen auf das Substrat unterschiedlichen Winkeln zu erfassen. Daneben kann die Bildaufnahmeeinrichtung auch einen Lichtleiter aufweisen, der beispielsweise mit einer Kamera oder einem CCD-Chip verbunden ist, so dass die Kamera bzw. der Chip nicht in der Nähe des Ortes des Überbegriffes des Tropfens auf das Substrat angeordnet sein muss.

Vorteilhaft ist darüber hinaus, dass mit Hilfe der erfindungsgemäßen Vorrichtung eine große Vielzahl von fluiden Medien wie Klebstoffe, Schlicker, Pasten, Lösungen oder Suspensionen auf das Substrat aufgebracht werden können.

Schließlich ist besonders vorteilhaft, wenn eine Mikrodispensiereinrichtung, insbesondere in Form eines Kolbendispensers, eingesetzt wird, mit der Flüssigkeitstropfen mit einem Volumen 50 nl bis bis 1  $\mu$ l in Form von Punkten auf ein Substrat aufgebracht werden.

#### Zeichnung

Die Erfindung wird anhand der Zeichnungen und die nachfolgende Beschreibung näher erläutert. Es zeigt Figur 1a eine Prinzipsskizze verschiedener Stadien bei Annäherung einer Kapillare mit einem Tropfen an ein Substrat, wobei ein zu kleiner Abstand von Kapillare zu Substrat erreicht wird, Figur 1b verschiedene Verfahrensstadien analog Figur 1a, wobei ein zu großer Abstand von Kapillare zu Substrat verbleibt, Figur 1c verschiedene Verfahrensstadien analog zur Figur 1a, wobei durch einen zu kleinen Abstand von Kapillare zu Substrat ein Flüssigkeitsübertrag auf eine Außenwand der Kapillare auftritt, Figur 2 einen optimalen Übergriff des Tropfens auf das Substrat in verschiedenen Verfahrensstadien, Figur 3a die Erfassung einer Meniskushöhe eines Tropfens vor dem Übergriff, Figur 3b eine Erfassung des Abstandes von Kapillare zu Substrat bei dem Übergriff des Tropfens, Figur 4a die Erfassung des Übergriffes des Tropfens von der Kapillare auf das Substrat unmittelbar vor dem Übergriff mit Hilfe von Bildverarbeitung, Figur 4b die Erfassung des Tropfens bei dem Übergriff mit Hilfe von Bildverarbeitung, Figur 5a die Erfassung des Tropfens vor dem Übergriff mit einer Kamera und einer drehbaren Spiegelanordnung, Figur 5b in Weiterführung von Figur 5a die Erfassung des Tropfens bei dem Übergriff und Figur 5c die Erfassung des Tropfens nach dem Aufbringen auf das Substrat. Die Figur 6 zeigt eine Prinzipsskizze einer Messung einer Meniskushöhe mit

Hilfe einer Referenzmarke. Die Figuren 7a und 7b zeigen die Erfassung eines Übergriffes eines Tropfens auf ein Substrat aus zwei unterschiedlichen Richtungen. In den Figuren 8a und 8b ist die Erfassung des Übergriffes eines Tropfens auf ein Substrat durch die sich dabei vergrößernde geschlossene Fläche erläutert, während die Figur 9a verschiedene  
5 Verfahrensstadien bei dem Übergriff des Tropfens auf das Substrat zeigt, wobei sich die Meniskusbreite bzw. Tropfenbreite bei dem Übergriff verbreitet. Die Figur 9b zeigt die Erfassung einer Fläche bei dem Tropfenübergriff in einem Arbeitsfenster. In den Figuren 10a und 10b ist die Erfassung eines Tropfens einer Kapillare eines Kolbendispensers vor dem Übergriff auf das Substrat bzw. bei dem Übergriff auf das Substrat dargestellt. Die  
10 Figuren 11a und 11b zeigen ein zu den Figuren 10a und 10b alternatives Ausführungsbeispiel für die Dispensvorrichtung mit einem Kolbendispenser.

#### Ausführungsbeispiele

15 Die Figur 1a zeigt verschiedene Verfahrensstadien bei der Übertragung eines Meniskus oder Tropfens 12, der sich an einem Ende einer röhrenförmigen Kapillare 11 befindet, auf ein flächiges Substrat 10. Dabei weist das untere Ende des Tropfens 12 zu dem Substrat 10 zunächst einen Abstand  $d$  auf, der sich fortwährend vermindert, bis es zu einer Berührung des Tropfens 12 mit dem Substrat 10 und einem Übergriff des Tropfens 12 auf das  
20 Substrat 10 kommt. Danach wird der Abstand zwischen Kapillare 11 und Substrat 10 wieder vergrößert, und im Weiteren ein erneutes Auftreten eines Tropfens 12 aus dem Ende der Kapillare 11 induziert, um ein weiteres Absetzen eines Tropfens 12 auf das Substrat 10 an einem anderen Ort zu wiederholen.

25 Bei dem Übergriff des Tropfens 12 auf das Substrat 10 gemäß der Figur 1a ist der minimale Abstand  $d$  von Kapillare 11 zum Substrat 10 zu gering, so dass die Form des Tropfens 12 bei dem Übergriff räumlich gesehen näherungsweise durch eine Kugelschicht approximiert werden kann.

30 Die Figur 1b erläutert ein zu Figur 1a analoges Vorgehen, wobei die Kapillare 11 nicht ausreichend nah an das Substrat 10 angenähert wird, sodass überhaupt kein Übergriff des Tropfens 12 auf das Substrat 10 stattfindet. In diesem Fall ist somit der minimale Abstand  $d$  zwischen dem unteren Ende des Tropfens 12 und dem Substrat 10 zu groß gewesen.

Die Figur 1c erläutert ein weiteres Szenario bei einem Übergriff des Tropfens 12 auf das Substrat 10, wobei es durch einen zu geringen minimalen Abstand  $d$  zwischen der Kapillare 11 und dem Substrat 10 zu einer Verschmutzung der Außenwand 13 der Kapillare 11 kommt, so dass einerseits kein definiertes Tropfenvolumen auf das Substrat 10 übertragen wird, und andererseits die Verschmutzung der Kapillare 11 bei der Abgabe von weiteren Tropfen 12 zu nicht tolerierbaren Prozessungenauigkeiten führt.

Den Darstellungen in den Figuren 1a bis 1c ist gemeinsam, dass durch fehlerhafte Einstellung des minimalen Abstandes  $d$  zwischen der Kapillare 11 und dem Substrat 10 unter Berücksichtigung der Form und der Größe des Tropfens 12 kein reproduzierbares Volumen des fluiden Mediums, das den Tropfen 12 bildet, auf das Substrat 10 übergeben wird. Die gleiche Übergebungen gelten im Übrigen auch für den Fall, dass die Kapillare 11 durch eine Nadel ersetzt wird, an deren Ende der Tropfen 12 haftet.

Eine reproduzierbare Produktion von gleichmäßig großen Punkten auf dem Substrat 10 erfordert somit, dass bei einer laufenden Verringerung des Abstandes des Endes der Kapillare 11 oder einer entsprechenden Nadel zu dem Substrat 10 der Zeitpunkt des Übergriffes eines an dem Ende der Kapillare 11 oder einer entsprechenden Nadel befindlichen Tropfens 12 von der Kapillare 11 auf das Substrat 10 erfasst wird.

Die Figur 2 zeigt demgegenüber ein optimales Szenario, bei dem bei der zunächst erfolgenden Annäherung der Kapillare 11 an das Substrat 10 ein Übergriff des Tropfens 12 auf das Substrat 10 erfolgt. Bei dem Übergriff weist der Tropfen 12 weiter räumlich gesehen die Form eines Katenoiden auf, d. h. es bildet sich eine säulenähnliche Verbindung zwischen Kapillare 11 und Substrat 10. Sobald dieses Stadium erreicht ist, wird der Abstand der Kapillare 11 zu dem Substrat 10 wieder vergrößert, so dass schließlich auf dem Substrat 10 ein Tropfen 12 mit definiertem Volumen verbleibt, während nachfolgend mit der Kapillare 11 weitere Tropfen 12 mit ebenfalls definiertem Volumen an anderen Stellen des Substrates 10 aufgebracht werden können.

Insbesondere wird vermieden, dass es gemäß Figur 1b überhaupt nicht zu einem Übergriff des Tropfens 12 auf das Substrat 10 kommt, oder dass die Kapillare 11 derart stark an das Substrat 10 angenähert wird, dass das flüssige Medium in einem Außenbereich 13 der Kapillare 11 gelangt und diese dort verschmutzt.

Die Figuren 3a und 3b zeigen den Aufbau einer Dispensiervorrichtung 5, wobei zunächst an dem Ende der Kapillare 11 ein Tropfen 12 in Form einer Halbkugel mit einer Höhe  $h$  hängt. Weiter wird mit Hilfe einer ersten Bildaufnahmeeinrichtung 14, beispielsweise einer Kamera oder einem CCD-Chip, der eine nicht dargestellte Bildverarbeitungseinrichtung mit einem Computer und einer entsprechenden Auswertesoftware zugeordnet ist, vor dem Übergriff des Tropfens 12 auf das Substrat 10, d. h. beispielsweise während deren Annäherung, die Höhe  $h$  des Tropfens 12 bestimmt. Die Auswertung des aufgenommenen Tropfens 12 hinsichtlich Höhe und Form erfolgt dabei mit Hilfe der Bildverarbeitungseinrichtung.

Bei weiterer Annäherung der Kapillare 11 an das Substrat 10 kommt es zu dem Zustand gemäß Figur 3b, d. h. es bildet sich ein Katenoid beim Übergriff des fluiden Mediums auf das Substrat 10 aus. Dieser Zustand wird mit Hilfe der ersten Bildaufnahmeeinrichtung 14 erkannt, und als Zeitpunkt des Übergriffes des Tropfens 12 auf das Substrat 10 herangezogen. Weiter wird mit Hilfe der ersten Bildaufnahmeeinrichtung 14 und der nachgeordneten Bildverarbeitungseinrichtung unmittelbar nach Erreichen des Verfahrensstadiums gemäß Figur 3b ein Vergrößern des Abstandes zwischen Substrat 10 und Kapillare 11 bewirkt, so dass insgesamt ein Verfahrensablauf gemäß Figur 2 erreicht wird.

Kern des Vorgehens gemäß Figur 3a bzw. 3b ist somit ein berührungsloses Kapillarenabstandsmessverfahren am Dispensort zur Prozesszeit, wobei der Zeitpunkt des Übergriffes des Tropfens 12 von der Kapillare 11 auf das Substrat 10 mit Hilfe von Bildverarbeitung erkannt wird. Weiter kann der Messung des Zeitpunktes des Tropfenübergriffes auch eine Erfassung der Höhe  $h$  des Tropfensmeniskus, der an der Kapillare 11 hängt, mit Hilfe von Bildverarbeitung vorausgehen. Der Zeitpunkt des Übergriffes des Tropfens 12 auf das Substrat 10 wird bevorzugt, wie in Figur 3b dargestellt, mit Hilfe einer Kamera erfasst, kann jedoch alternativ auch mit Hilfe einer Lichtschranke, einem faseroptischen Sensor oder durch ein Schallfeld festgestellt werden, dass auf den Meniskus bzw. den Tropfen 12 gerichtet ist.

Die Figur 4a zeigt zwei mit Hilfe einer Bildverarbeitungseinrichtung, die der Kamera 14 nachgeordnet ist, aufgenommene Bilder des Übergriffes des Tropfens 12 auf das Substrat 10 vor bzw. bei dem Übergriff. Dabei wird das sogenannte „Template Matching“ eingesetzt, d. h. es erfolgt eine Überwachung einer Änderung der Form des Tropfens 12 bei dem Übergriff. Figur 4a zeigt dazu zunächst ein Originalbild 20 der Kapillare 11 mit dem



an ihrem Ende hängenden Tropfen 12, sowie das sich auf dem spiegelnden Substrat 10 abzeichnende Spiegelbild 21 des Originalbildes 20. Die Bildverarbeitungseinrichtung erfasst mit Hilfe der ersten Kamera 14 daher sowohl das Originalbild 20 als auch das Spiegelbild 21. In Figur 4b ist gezeigt, wie der Tropfen 12 im Schnitt von einem Kreisabschnitt (siehe Figur 4a) zu einem Katenoid übergeht. Sobald der Zeitpunkt der Änderung der Form des Tropfens 12 von einer hängenden Halbkugel zu einem Katenoid, der das Substrat 10 und die Kapillare 11 berührt, erreicht und mit Hilfe der Bildverarbeitungseinrichtung detektiert worden ist, wird von der Bildverarbeitungseinrichtung veranlasst, dass sich der Abstand von Kapillare 11 und Substrat 10 wieder vergrößert, so dass man einen Verfahrensablauf gemäß Figur 2 erhält. Das „Template Matching“ gemäß Figur 4a bzw. 4b ist sehr präzise. Es hat den Nachteil, dass eine erhebliche Rechenleistung in der Bildverarbeitungseinrichtung bereitgestellt werden muss.

Ein schnelleres und in der Regel ausreichend genaues Verfahren zur Erkennung des Zeitpunktes des Übergriffes des Tropfens 12 auf das Substrat 10 kann über ein übliches Differenzbildverfahren realisiert werden, wobei mit Hilfe der Bildverarbeitungseinrichtung zwei nacheinander aufgenommene Bilder, beispielsweise gemäß Figur 4a oder 4b, voneinander abgezogen werden, und, falls das sich dadurch einstellende Differenzbild beispielsweise hinsichtlich seiner integralen Intensität über einem Schwellwert liegt, ein Signal von der Bildverarbeitungseinrichtung ausgegeben wird, die den Zustand gemäß Figur 4b repräsentiert. Insofern wird bei Erreichen dieses Schwellwertes mit Hilfe der Bildaufnahmeeinrichtung 14 und der nachgeordneten Bildverarbeitungseinrichtung bewirkt, dass die Kapillare 11 nicht weiter an das Substrat 10 angenähert wird bzw. sich im Weiteren der Abstand zwischen Kapillare 11 und Substrat 10 wieder vergrößert.

Die Figuren 8a und 8b erläutern ein drittes Verfahren zur Erkennung des Zeitpunktes des Übergriffes des Tropfens 12 auf das Substrat 10. Dabei wird gemäß Figur 8a zunächst, ausgehend von einem Bild analog Figur 4a, eine Originalfläche 23 berechnet, die von der Kapillare 11 und dem daran hängenden Tropfen 12 gebildet wird. Weiter ist gemäß Figur 8a auch das Spiegelbild 21 der Originalfläche 23 zu erkennen, die sich auf dem spiegelnden Substrat 10 abzeichnet und Hilfe einer Bildaufnahmeeinrichtung und der Bildverarbeitungseinrichtung ebenfalls erfasst wird. Bei weiterer Annäherung der Kapillare 11 an das Substrat 10 stellt sich dann der Zustand gemäß Figur 8b ein, d. h. es kommt zu einer Verbindung von Originalfläche 23 und Spiegelfläche 21 zu einer zusammenhängenden Fläche 24. Dies bedeutet, dass sich bei dem Übergriff des Tropfens 12 auf das Substrat 10

die Originalfläche 23 schlagartig zu der zusammenhängenden Fläche 24 vergrößert. Ist dieser Zeitpunkt von der Bildverarbeitungseinrichtung erkannt, wird von dieser erneut bewirkt, dass sich die Kapillare 11 nicht weiter an das Substrat 10 annähert und sich im Weiteren der Abstand zwischen Kapillare 11 und Substrat 10 wieder vergrößert.

5

Das Verfahren gemäß der Figuren 8a bzw. 8b hat den Vorteil, dass die Kapillare 11 mit dem Tropfen 12 vor dem Übergriff als Fläche einzelner Pixel gleicher Intensität darstellbar ist. Diese Fläche gleicher Intensität, die beispielsweise als volle Fläche mit dunklen Pixels gebildet ist, vergrößert sich dann mit Erreichen des Zustandes gemäß Figur 8b schlagartig. Nachteilig ist andererseits, dass die Berechnung der sich schlagartig vergrößernden zusammenhängenden Fläche 24 nur bei einem spiegelnden Substrat 10 anwendbar ist.

10

15

Die Figur 9a zeigt ein viertes, alternativen Verfahren zur Bestimmung des Zeitpunktes des Übergriffes des Tropfens 12 auf das Substrat 10. Auch in diesem Fall geht man von einem spiegelnden Substrat 10 aus, wobei ein Originalbild 20 und ein Spiegelbild 21 erfasst wird. Weiter wird bei dem Verfahren gemäß Figur 9a bei sich zunehmend an das Substrat 10 annähernder Kapillare 11 eine Meniskusbreite  $x$  ermittelt, die sich mit sich senkender Kapillare 11 zunächst vergrößert. Sobald die Meniskusbreite  $x$  einen voreingestellten Schwellwert überschreitet, wird dann die weitere Annäherung der Kapillare 11 an das Substrat 10 unterbrochen, und die Kapillare 11 wieder angehoben, so dass sich insgesamt erneut ein Vorgehen analog Figur 2 ergibt.

20

25

Die Figur 9b erläutert ein weiteres, zu der Vorgehensweise gemäß Figur 9a alternatives Verfahren. Dabei wird zur Gewährleistung einer stets gleichen Meniskusbreite  $x$  mit Hilfe der Bildaufnahmeeinrichtung 14 und der zugeordneten Bildverarbeitungseinrichtung eine Fläche in einem Arbeitsfenster 30 oder innerhalb einer Referenzfläche 30 der Bildverarbeitungseinrichtung erfasst. Dieses Arbeitsfenster befindet sich im Bereich der Verbindungsfläche von Kapillare 11 und Tropfen 12 bzw. Meniskus bei dem Übergriff. Überschreitet nun die von der Bildverarbeitungseinrichtung in dem Arbeitsfenster 30 detektierte, von dem Tropfen 12 eingenommene Fläche einen bestimmten Schwellwert, so wird analog zu dem aus der Breite des Meniskus gemäß Figur 9a ermittelten Schwellwert von der Bildverarbeitungseinrichtung geschlossen, dass die Kapillare 11 ausreichend nah an das Substrat 10 angenähert ist, und dass nun ein Anheben der Kapillare 11 erfolgen muss. Die Ausführungsform gemäß Figur 9b unterscheidet sich von der Ausführungsform

30

35

gemäß Figur 9a insofern lediglich dadurch, dass anstelle einer Breite  $x$  eine Fläche innerhalb eines Arbeitsfensters 30 erfasst und mit einem Schwellwert verglichen wird.

Die Figuren 5a bis 5c zeigen ein zu den Figuren 3a und 3b alternatives Ausführungsbeispiel für eine Dispensiervorrichtung 5. In diesem Fall weist die Kapillare 11 eine Referenzmarke 15 auf. Weiter ist der erste Bildaufnahmeeinrichtung 14 in Form einer Kamera eine drehbare Spiegelanordnung 16 zugeordnet, mit der der an der Kapillare 11 hängende Tropfen 10 unter bezogen auf das Substrat unterschiedlichen Winkeln erfassbar ist. In der Position der drehbaren Spiegelanordnung 16 gemäß Figur 5a detektiert die Bildaufnahmeeinrichtung 14 somit zunächst den Tropfen 12 vor dem Übergriff auf das Substrat 10, während in der Position der drehbaren Spiegelanordnung 16 gemäß Figur 5b der Tropfen 12 bei dem Übergriff auf das Substrat 10 erfasst wird. Insofern benötigt man hier lediglich eine Bildaufnahmeeinrichtung 14, die zudem ortsfest angeordnet ist. Ganz besonders vorteilhaft ist, wenn im Rahmen des erläuterten Ausführungsbeispiels die Stirnfläche der Kapillare 11 zusätzlich zumindest bereichsweise mit einer klebstoffabweisenden Beschichtung versehen ist.

Die Referenzmarke 15 gemäß Figur 5a, deren Funktion mit Hilfe der Figur 6 im Detail weiter erläutert wird, dient in erster Linie der Bestimmung der Höhe  $h$  des an der Kapillare hängenden Tropfens 12. Die Figur 5c zeigt in diesem Zusammenhang weiter, dass mit der drehbaren Spiegelanordnung 16 nach dem Erzeugen des Tropfens 12 auf dem Substrat 10 auch eine abschließende Qualitätskontrolle, beispielsweise durch Vermessen der Geometrie des Tropfens 12 in Draufsicht, erfolgen kann.

Insgesamt ist mit einer Dispensiervorrichtung 5 gemäß den Figuren 5a bis 5c nicht nur der Zeitpunkt des Übergriffes des Tropfens 12 auf das Substrat 10 erfassbar, sondern es kann auch eine optische Vermessung des Tropfens 12 vor dem Übergriff und eine Kontrolle des aufgetragenen Tropfens 12 nach dem Übergriff erfolgen.

In Figur 6 ist erläutert, wie zunächst der Abstand der Referenzmarke 15 von dem unteren Ende der Kapillare 11, d. h. die Länge  $l$ , mit Hilfe der ersten Bildaufnahmeeinrichtung 14 und der nachgeordneten Bildverarbeitungseinrichtung bestimmt wird. Danach wird ein Austreten des fluiden Mediums aus dem Ende der Kapillare 11 in Form des Tropfens 12 bewirkt und mit Hilfe der ersten Bildaufnahmeeinrichtung und der nachgeordneten Bildverarbeitungseinrichtung der Abstand zwischen der Referenzmarke 15 und dem unteren

Ende des Tropfens 12 bestimmt. Aus der Differenz dieses Messwertes und der zuvor bestimmten Länge  $l$  ergibt sich dann die Höhe  $h$  des Tropfens 12.

Das Ausführungsbeispiel gemäß den Figuren 3a und 3b eignet sich vor allem für kleine und flache Substrate 10, bei denen die Sicht der Bildaufnahmeeinrichtung 14 nicht durch weitere Bauteile 19 behindert wird, die sich in einer Umgebung des Ortes befinden, an dem der Tropfen 12 auf das Substrat 10 aufgebracht werden soll, und die so beispielsweise das Objektiv der Kamera 14 verdecken können.

Eine Dispensiervorrichtung 5, die auch für großflächige Substrate 10 mit weiteren Bauteilen 19 geeignet ist, zeigen die Figuren 7a und 7b. Dazu wird gemäß Figur 7a mit Hilfe einer ersten Bildaufnahmeeinrichtung 14 in Form einer ersten Kamera zunächst entsprechend Figur 3a die Form bzw. Höhe des Tropfens 12 vermessen. Bei der sich anschließenden Annäherung der Kapillare 11 an das Substrat 10 und dem Übergreifen des Tropfens 12 auf das Substrat 10 wird dann mit Hilfe einer zweiten Bildaufnahmeeinrichtung 18, beispielsweise einer zweiten Kamera, der Zeitpunkt dieses Übergriffes bestimmt. Die zweite Bildaufnahmeeinrichtung 18 beleuchtet das Substrat 12 dabei von schräg oben, so dass der zugehörige Lichtstrahl 17 schräg auf das Substrat 10 auftrifft und sich das Bauteil 10 nicht im Strahlengang befindet.

Die Figuren 11a und b erläutern ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Dispensiervorrichtung, das in vielen Aspekten dem Ausführungsbeispiel gemäß den Figuren 7a und 7b entspricht. Im Einzelnen ist hier vorgesehen, dass die Dispensiervorrichtung 5 eine Mikrodispensiereinrichtung 40 in Form eines Kolbendispensers aufweist, an dessen unterem Ende sich die Kapillare 11 befindet, aus der der Tropfen 12 austritt. Weiter ist vorgesehen, dass zunächst die Form und/oder die Höhe des Tropfens 12 vor dem Übergriff auf das Substrat 10 mit Hilfe der zweiten Bildaufnahmeeinrichtung 18 mit einem Objektiv, beispielsweise einem telezentrischen Objektiv 29, erfasst wird. Dazu ist in Figur 11a ein von der zweiten Bildaufnahmeeinrichtung 18 erfasster erster beleuchteter Bereich 25 wiedergegeben, der den Tropfen 12 beleuchtet. Der zweiten Bildaufnahmeeinrichtung 18 gemäß Figur 1a ist weiter erneut eine nicht dargestellte Bildverarbeitungseinrichtung nachgeordnet. Des weiteren ist gemäß Figur 11a auch eine erste Bildaufnahmeeinrichtung 14 in Form einer ersten Kamera vorgesehen, die in diesem Verfahrensstadium noch nicht aktiv ist.

Bei einer Annäherung des Substrats 10 an die Dispensiereinrichtung 40 gemäß Figur 11a, was in den Figuren 3a und 7a bereits durch den dort eingezeichneten Pfeil angedeutet ist, stellt sich dann der Zustand gemäß Figur 11b ein, d. h. der Zeitpunkt, zu dem der Tropfen 12 auf das Substrat 10 übergreift. Dieses Übergreifen wird, wie schon erläutert, mit Hilfe  
5 der ersten Bildaufnahmeeinrichtung 14, die einen zweiten beleuchteten Bereich 27 bewirkt, in den der Tropfen 12 bei dem Übergriff 10 eintritt, und der dieser zugeordneten Bildverarbeitungseinrichtung erfasst.

Das Ausführungsbeispiel gemäß den Figuren 11a und 11b eignet sich besonders für große  
10 Substrate, wobei die zweite Kamera 18 gegenüber dem Substrat 10 schräg gestellt ist. Der Zeitpunkt des Übergriffes des Tropfens 12 auf das Substrat 10 erfolgt weiter bevorzugt mit einem der Bildverarbeitungsverfahren gemäß den Figuren 4a, 4b oder der Figuren 8a, 8b oder der Figuren 9a oder 9b.

15 Die Figuren 10a bzw. 10b erläutern abschließend ein weiteres, zu den Figuren 11a und 11b alternatives Ausführungsbeispiel, dass sich von diesem lediglich dadurch unterscheidet, dass die erste Bildaufnahmeeinrichtung 14 einen Lichtleiter 26 aufweist, so dass ein flexibleres Anordnen der ersten Bildaufnahmeeinrichtung 14 möglich wird, was jedoch durch vielfach verschlechterte Übertragungseigenschaften des Lichtleiters 26 bzw. Bild-  
20 leiters erkauft wird. Andererseits ist es bei der Ausführungsform gemäß den Figuren 11b bzw. 11c, wie ausgeführt, vielfach nur erforderlich, dass der Zeitpunkt des Übergriffes des Tropfens 12 auf das Substrat 10 erfasst wird.

23.07.02 Kut/As

5 ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

Ansprüche

10 1. Vorrichtung zum Aufbringen eines fluiden Mediums auf ein Substrat, mit einer  
Kapillare (11) oder einer Nadel mit einem Ende, einem ersten Mittel (40), mit dem das  
Ausstreten des fluiden Mediums aus dem Ende der Kapillare (11) oder das Anhaften des  
fluiden Mediums an dem Ende der Nadel, insbesondere in Form eines Tropfens (12), be-  
wirkbar ist, und weiteren Mitteln, mit denen der Abstand des Endes der Kapillare (11) o-  
15 der der Nadel zu dem Substrat (10) veränderbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass min-  
destens eine Bildaufnahmeeinrichtung (14, 16, 18, 26, 29) und mindestens eine dieser zu-  
geordnete Bildverarbeitungseinrichtung vorgesehen ist, mit denen bei einer Verringerung  
des Abstandes des Endes der Kapillare (11) oder der Nadel zu dem Substrat (10) der  
Zeitpunkt des Übergriffes eines an dem Ende der Kapillare (11) oder der Nadel befindli-  
20 chen Tropfens (12) von der Kapillare (11) oder der Nadel auf das Substrat (10) erfassbar  
ist.

25 2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Bildaufnahme-  
einrichtung (14, 16, 18, 26, 29) und die Bildverarbeitungseinrichtung derart ausgestaltet  
sind, dass insbesondere unmittelbar vor dem Übergriff des Tropfens (12) eine Bestim-  
mung einer Meniskushöhe (h) oder einer Form des Tropfens (12) durchführbar ist.

30 3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Bild-  
aufnahmeeinrichtung (14, 16, 18, 26, 29) und die Bildverarbeitungseinrichtung derart  
ausgestaltet sind, dass eine berührungslose Erfassung des Übergriffes des Tropfens (12)  
und/oder insbesondere unmittelbar vor dem Übergriff eine berührungslose Bestimmung  
der Meniskushöhe (h) oder Form des Tropfens (12) durchführbar ist.

4. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Bildaufnahmeeinrichtung (14, 16, 18, 26, 29) mindestens eine Kamera (14, 18), eine Lichtschranke, einen faseroptischen Sensor oder ein Mittel zum Detektieren oder zum Erzeugen und Detektieren eines Schallfeldes umfasst.

5

5. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Bildaufnahmeeinrichtung (14, 16, 18, 26, 29) und die Bildverarbeitungseinrichtung derart ausgestaltet sind, dass der Abstand des Endes der Kapillare (11) oder der Nadel zu dem Substrat (10) oder der Abstand (d) des Tropfens (12) zu dem Substrat (10) erfassbar ist.

10

6. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Bildaufnahmeeinrichtung (14, 16, 18, 26, 29) und die Bildverarbeitungseinrichtung derart ausgestaltet sind, dass der Zeitpunkt des Übergriffes des Tropfens (12) mittels eines Differenzbildverfahrens oder einer Überwachung einer Formänderung des Tropfens (12) bei dem Übergriff erfolgen kann.

15

7. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Bildaufnahmeeinrichtung (14, 16, 18, 26, 29) und die Bildverarbeitungseinrichtung derart ausgestaltet sind, dass der Zeitpunkt des Übergriffes des Tropfens (12) bei einem spiegelnden Substrat (10) mittels einer Bestimmung einer sich bei dem Übergriff ändernden erfassten charakteristischen Fläche erfolgen kann.

20

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Bildaufnahmeeinrichtung (14, 16, 18, 26, 29) und die Bildverarbeitungseinrichtung derart ausgestaltet sind, dass vor dem Übergriff eine von zumindest einem Teil des Tropfens (12) und gegebenenfalls eines Teils der Kapillare (11) oder der Nadel definierte erste Fläche (23) erfassbar ist, und dass bei oder nach dem Übergriff eine von zumindest dem Teil des Tropfens (12) und dessen Spiegelbild sowie gegebenenfalls des Teils der Kapillare oder der Nadel und deren Spiegelbild definierte zweite Fläche (24) erfassbar ist.

25

30

9. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Bildaufnahmeeinrichtung (14, 16, 18, 26, 29) und die Bildverarbeitungseinrichtung derart ausgebildet sind, dass bei dem Übergriff eine Änderung einer Breite (x)

des Tropfens (12) oder eines Meniskus, insbesondere über einen Schwellwert, erfassbar ist.

10. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Bildaufnahmeeinrichtung (14, 16, 18, 26, 29) und die Bildverarbeitungseinrichtung derart ausgebildet sind, dass bei dem Übergriff eine Änderung einer Fläche in einem Arbeitsfenster (30), insbesondere über einen Schwellwert, erfassbar ist.

11. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Bildaufnahmeeinrichtung eine Kamera (14, 18) und eine zugeordnete drehbare Spiegelanordnung (16) aufweist, mit der der Tropfen (12) unter bezogen auf das Substrat (10) unterschiedlichen Winkeln erfassbar ist.

12. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine mit der Kapillare (11) oder der Nadel verbundene Referenzmarke (15) vorgesehen ist.

13. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Bildaufnahmeeinrichtung (14, 16, 18, 26, 29) mindestens einen Lichtleiter (26) aufweist.

14. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Bildaufnahmeeinrichtung (14, 16, 18, 26, 29) zwei Kameras (14, 18) aufweist, die einerseits den Tropfen (12) insbesondere unmittelbar vor dem Übergriff und andererseits den Tropfen (12) bei dem Übergriff unter bezogen auf das Substrat (10) unterschiedlichen Winkeln erfassen.

15. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Kapillare (11) Teil einer Dispensiereinrichtung (40), insbesondere eines Kolbendispensors, ist.

16. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Bildaufnahmeeinrichtung (14, 16, 18, 26, 29) eine Kamera (14, 18) mit einem telezentrischen Objektiv (29) aufweist.



5

17. Verfahren zum Aufbringen eines fluiden Mediums auf ein Substrat, insbesondere mit einer Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der Zeitpunkt des Übergriffes eines an einem Ende einer Kapillare (11) austretenden oder an einem Ende einer Nadel anhaftenden fluiden Mediums, insbesondere eines an dem Ende hängenden oder austretenden Tropfens (12), von der Kapillare (11) oder der Nadel auf ein Substrat (10) bei einer Veränderung des Abstandes des Endes der Kapillare (11) oder der Nadel zu dem Substrat (10) berührungslos durch Bildverarbeitung erfasst wird.

23.07.02 Kut/As

5 ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

Vorrichtung und Verfahren zum Aufbringen eines fluiden Mediums auf ein Substrat

10

Zusammenfassung

15

20

25

30

Es wird eine Vorrichtung (5) zum Aufbringen eines fluiden Mediums auf ein Substrat (10) mit einer Kapillare (11) oder einer Nadel mit einem Ende, einem ersten Mittel (40), mit dem das Austreten des fluiden Mediums aus dem Ende der Kapillare (11) oder das Anhaften des fluiden Mediums an dem Ende der Nadel, insbesondere in Form eines Tropfens (12), bewirkbar ist, und weiteren Mitteln, mit denen der Abstand des Endes der Kapillare (11) oder der Nadel zu dem Substrat (10) veränderbar ist, vorgeschlagen. Weiter ist eine Bildaufnahmeeinrichtung (14, 16, 18, 26, 29) und eine dieser zugeordnete Bildverarbeitungseinrichtung vorgesehen, mit denen bei einer Verringerung des Abstandes des Endes der Kapillare (11) oder der Nadel zu dem Substrat (10) der Zeitpunkt des Übergreifens eines an dem Ende der Kapillare (11) oder der Nadel befindlichen Tropfens (12) von der Kapillare (11) oder der Nadel auf das Substrat (10) erfassbar ist. Daneben wird ein insbesondere mit dieser Vorrichtung (5) durchführbares Verfahren zum Aufbringen eines fluiden Mediums auf ein Substrat (10) vorgeschlagen, wobei der Zeitpunkt des Übergreifens des aus dem Ende der Kapillare (11) austretenden oder an dem Ende der Nadel anhaftenden fluiden Mediums von der Kapillare (11) auf das Substrat (10) durch Bildverarbeitung berührungslos erfasst wird.

Figur 3a, 3b

Fig. 1a

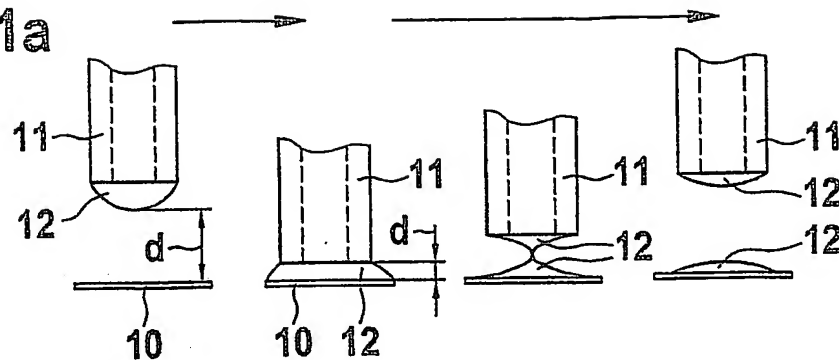


Fig. 1b

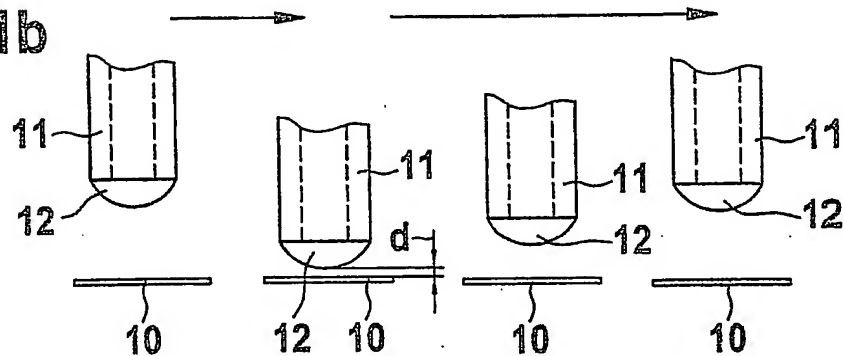


Fig. 1c

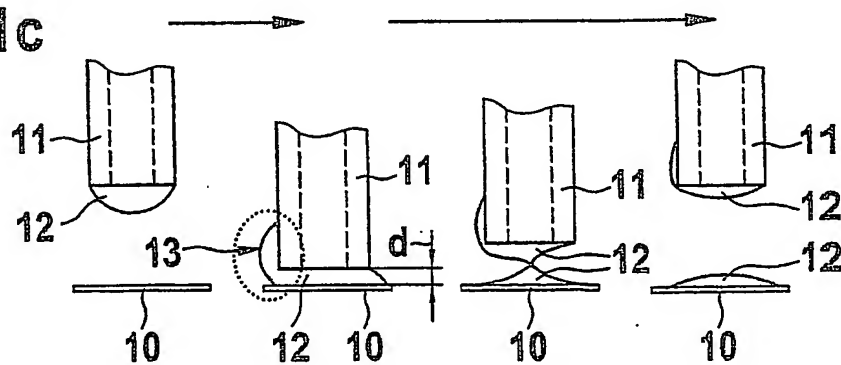


Fig. 2

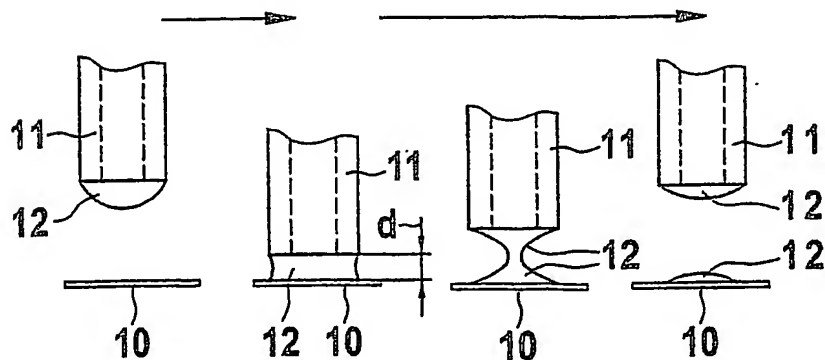


Fig. 3a

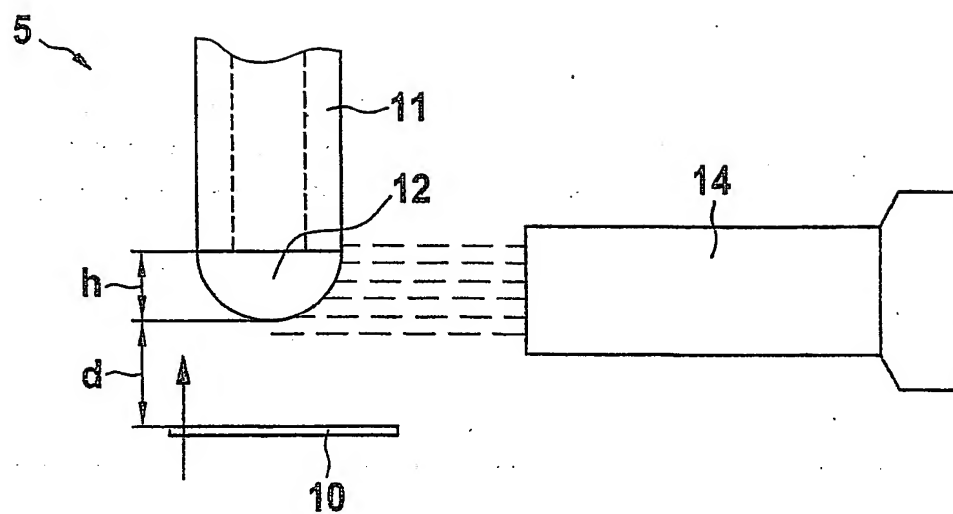
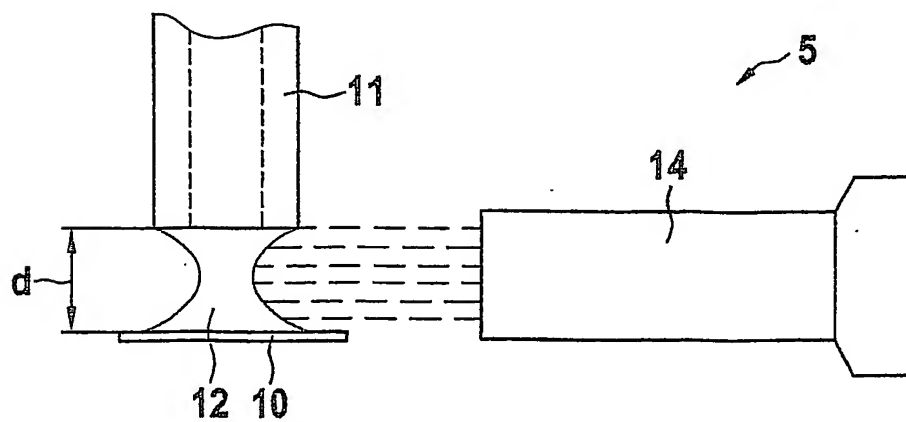


Fig. 3b



BEST AVAILABLE COPY

Fig. 4a

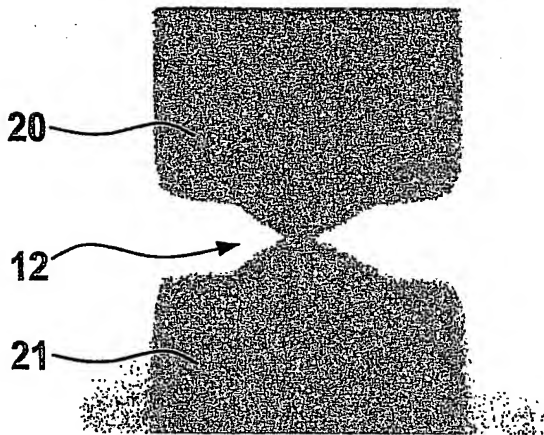


Fig. 4b

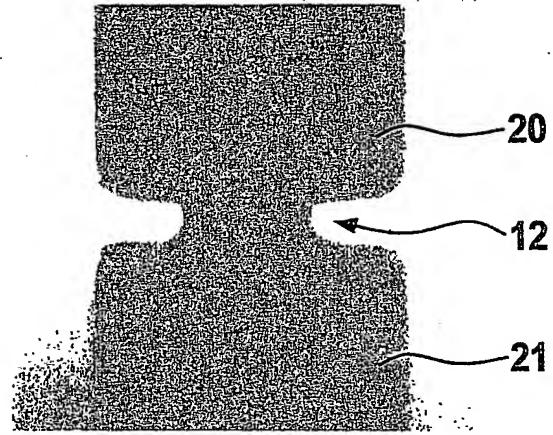


Fig. 5a

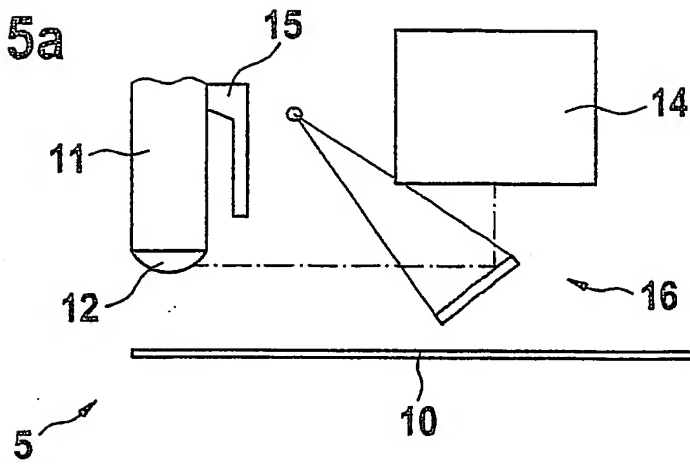


Fig. 5b

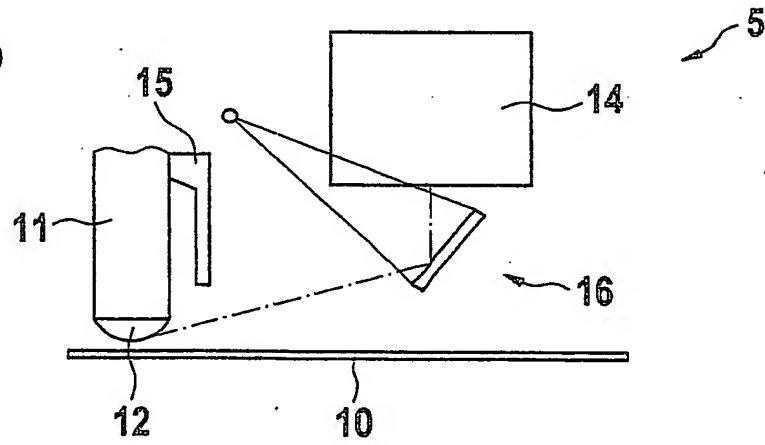


Fig. 5c

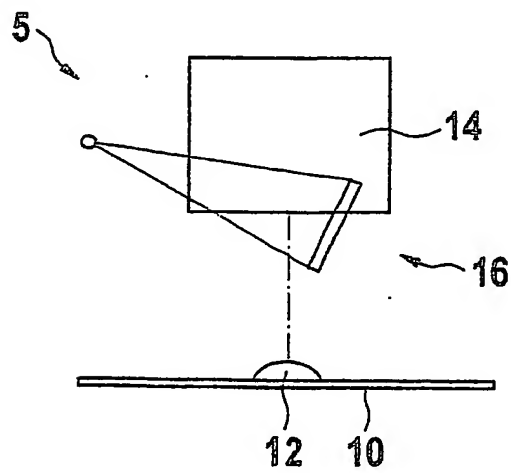


Fig. 6

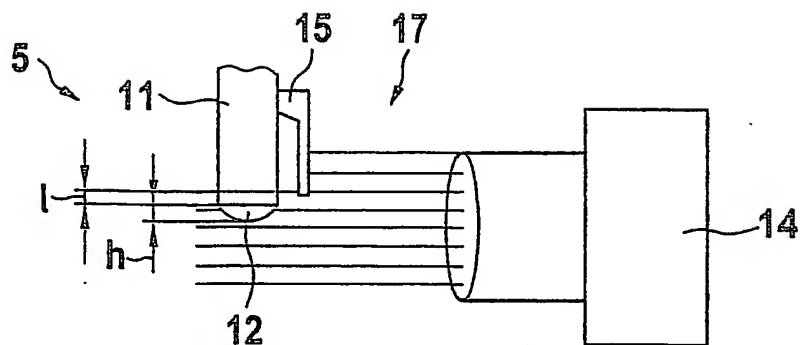


Fig. 7a

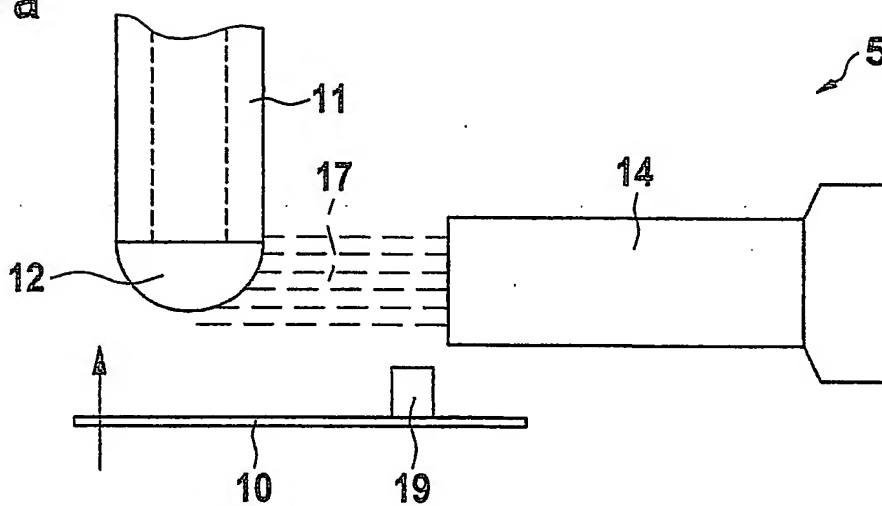
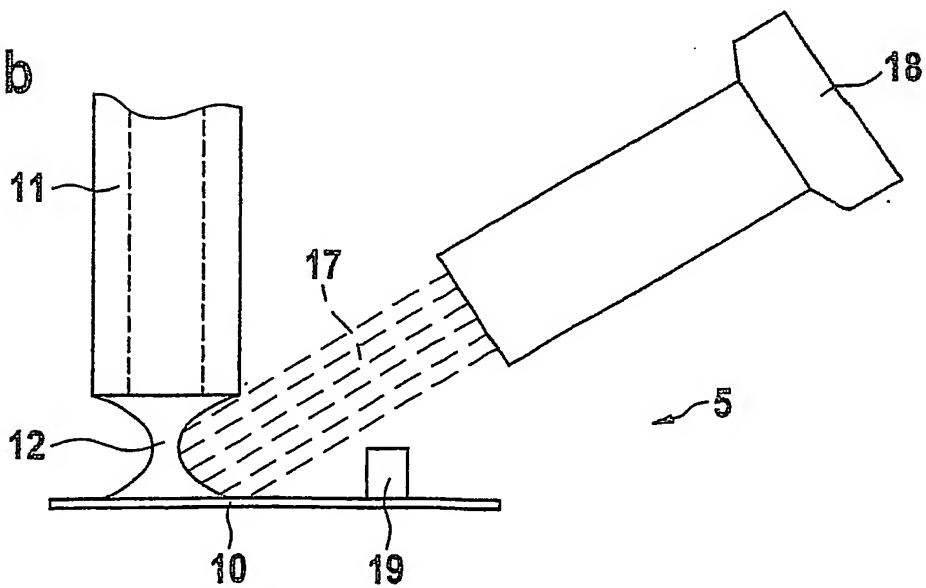


Fig. 7b



BEST AVAILABLE COPY

Fig. 8a

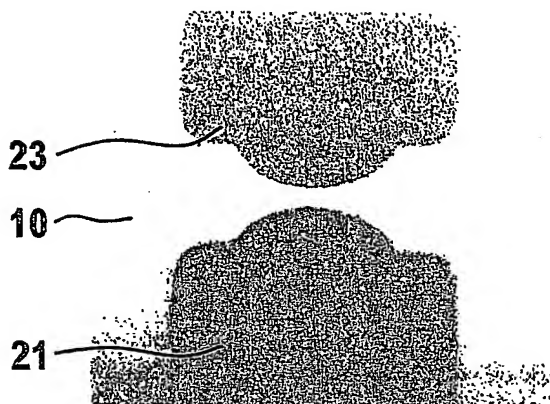


Fig. 8b

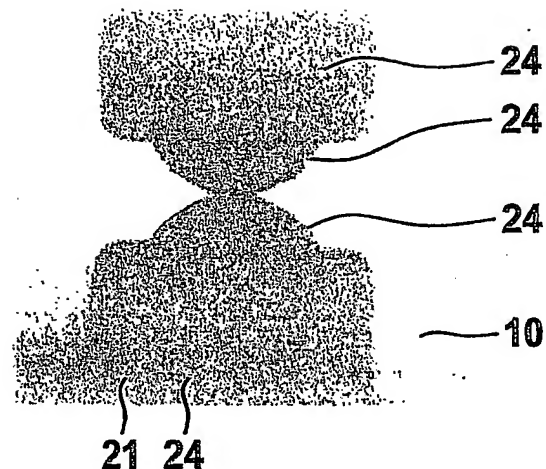


Fig. 9a

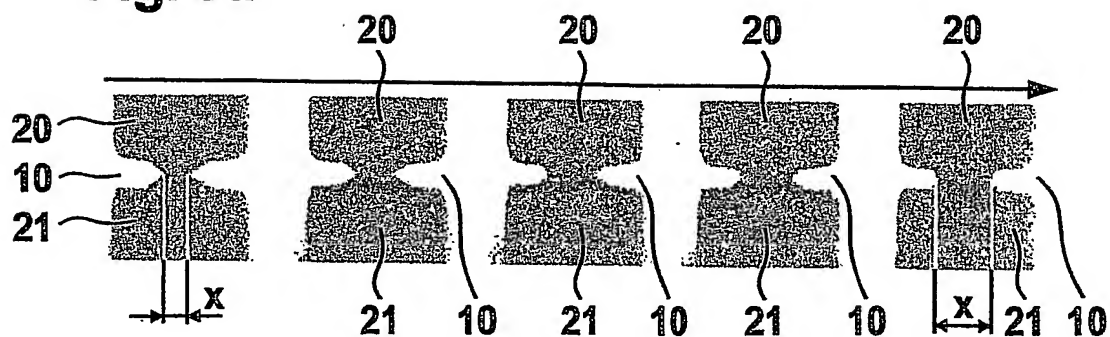


Fig. 9b

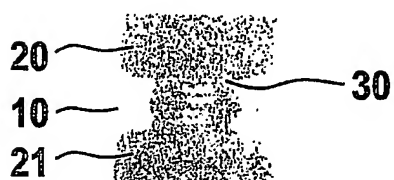




Fig. 10a

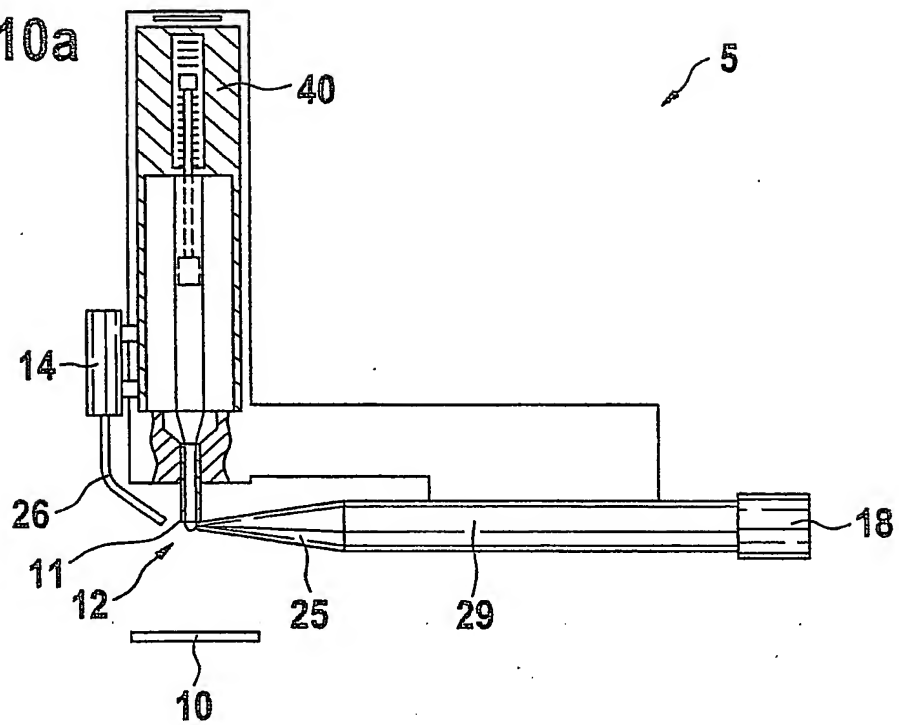


Fig. 10b

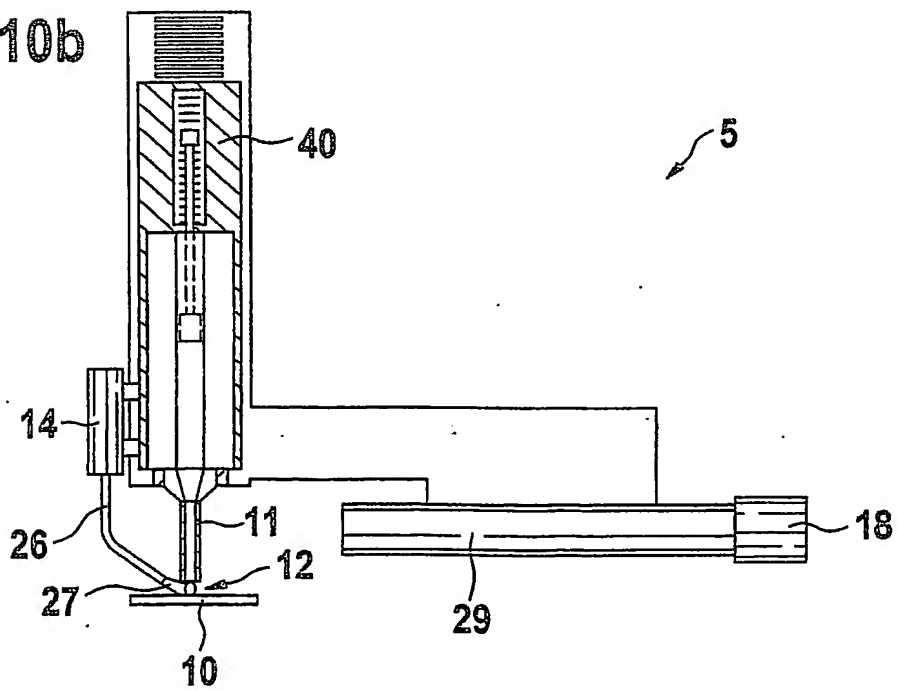


Fig. 11a

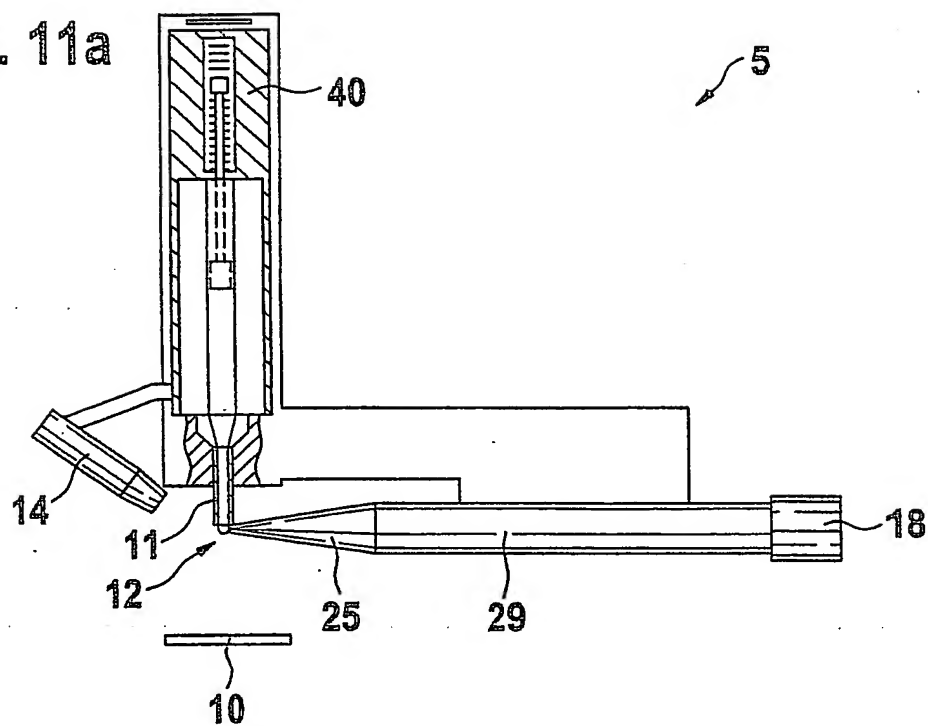


Fig. 11b

